



数字地球导论

冯学智 都金康 等编著



商务印书馆

数字地球导论

冯学智 都金康 等编著

商务印书馆

2004年·北京

图书在版编目(CIP)数据

数字地球导论/冯学智,都金康等编著. —北京:商务印书馆,
2004

ISBN 7 - 100 - 03742 - 5

I. 数… II. ①冯…②都… III. 数字地球 IV. P208

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 015140 号

所有权利保留。
未经许可,不得以任何方式使用。

数字地球导论

冯学智 都金康 等编著

商务印书馆出版

(北京王府井大街36号 邮政编码 100710)

商务印书馆发行

北京冠中印刷厂印刷

ISBN 7 - 100 - 03742 - 5/P · 8

2004 年 5 月第 1 版

开本 787 × 1092 1/16

2004 年 5 月北京第 1 次印刷

印张 18½

定价: 28.00 元

内 容 简 介

《数字地球导论》是南京大学“985”工程教材建设项目。“数字地球”是一个多学科交叉的、庞大复杂的技术系统,本书从地球信息科学的角度重点介绍了数字地球的基本理论及构建与应用技术。全书共分九章,主要内容包括:数字地球的基本概念、多维地球信息的表达方法、数字地球中的信息获取、存储、管理、传输、共享、虚拟再现与分析应用等。

此书定位在:为具有一定地球信息科学基础的读者,提供一本关于数字地球的入门性质的教科书,全书力图以通俗浅显的图表文字,解说数字地球中包含的复杂理论与技术问题,使读者对数字地球有一个概貌性的了解,为进一步的学习研究奠定基础。

本书可作为高等院校地学类专业本科生教材,也可作为相关专业人员的参考书。

前言

“数字地球”这个名词最初是由前美国副总统戈尔于 1998 年提出来的,之后很快就得到了许多国家的响应。1999 年在北京召开的首届“数字地球国际会议”上,来自 20 个国家的 500 多位代表共同发表了《“数字地球”北京宣言》。在宣言中与会代表一致认为新世纪将是一个以信息和空间技术为支撑的全球知识经济的时代,数字地球有助于回应人类在社会、经济、文化、组织、科学、教育、技术等方面面临的挑战,它让人类洞察地球上的任何一个角落,获得相关信息,帮助人们认识在人类、国家,乃至全球范围内影响人们生活的社会、经济和环境等问题。宣言强调数字地球对实现全球可持续发展的重要性,建议政府部门、科学技术界、教育界、企业界,以及各种区域性与国际性组织共同推动数字地球的发展,并呼吁在相关的科学研究与技术开发、教育与培训、信息与技术基础设施等方面给予足够的投资和强有力的支持。

进入 21 世纪,数字地球的基础建设工作在我国的各个省市如火如荼地开展开来。数字地球是涉及国家发展的重大战略问题,为了促进全社会对数字地球的认识和了解,特别是让高校相关专业的学生对此有一个较为系统的理解,推动数字地球中国发展战略的实施,我们组织编写了这本教材——《数字地球导论》。

“数字地球”是一个新兴的概念,涉及地球系统科学、计算机科学等多个学科领域,涵盖了地理信息系统、遥感、全球定位系统、通讯、国际互联网络、虚拟现实、数据库系统等多种技术。“数字地球”也是一个尚处于争论与发展之中的概念,其中的许多定义、观点都还没有一个公认的说法,应用的许多理论、技术与方法也还在不断地改进完善。这是一个百舸争流、日新月异的研究领域,国际学术界每天都有很多新的研究成果发表。

基于以上认识,我们将此书定位于:为具有一定地球信息科学基础的读者提供一本关于数字地球的入门性教科书,但这又不是一本科普读物,故定义为“导论”。本书的编写遵循两个基本原则:一是紧紧围绕数字地球在地学领域的核心问题,而不过多地旁及计算机科学等其他领域的问题,以避免在有限的篇幅内使内容庞杂空泛,不知所云;二是主要介绍目前已经相对成熟的理论与技术,照应但不过多涉及当今学术前沿问题,避免使本书变成松散的学术论文集。本书目的在于使读者对于数字地球(表现为具体的数字流域、数字城市、数字小区等等)的创建过程、应用思路以及涉及到的

技术方法有一个比较完整的了解。每一章后面列出参考文献,有兴趣的读者可以据此进一步深入学习研究。全书力求语言通俗流畅,图文并茂。

《数字地球导论》全书共 9 章,以“数字地球的基础理论—技术—方法—应用”为线索,从地学角度重点介绍了数字地球的基本理论与构建、应用技术,主要内容包括数字地球的基本概念、多维地理信息表达方法、数字地球中的信息获取、管理、共享、虚拟再现与分析应用等。

本书是南京大学城市与资源学系遥感与地理信息系统实验室全体人员共同努力的成果。全书由冯学智教授、都金康副教授设计大纲并主持撰写,各章的执笔人员如下:第一章由冯学智、赵萍、王雷、黄蔚执笔;第二章由马荣华、赵萍执笔;第三章由赵书河执笔;第四章由安如、张友水执笔;第五章由都金康执笔;第六章由谢世杰执笔;第七章由林广发执笔;第八章由王雷执笔;第九章由康国定、董谢琼执笔;最后由冯学智和都金康统稿。谢顺平老师、顾国琴老师及严燕儿、贾凌、黄永胜、罗维佳等同学参加了资料收集、文稿整理、打印等工作。

本书是南京大学“985”工程教材建设项目,在编写初期,承蒙吴传钧、童庆禧两位院士审阅教材大纲并予以指导,在编写过程中得到了校、系有关领导的关心和支持,黄杏元、田德森、李满春、郝庆祥等教授及谈俊忠、吴国平、马劲松、柯长青、王周龙、蒲英霞等副教授在本教材编写过程中给予指导与帮助,谨此一并致以衷心感谢!

由于时间紧迫,水平有限,书中肯定还有许多疏漏与谬误之处,欢迎大家批评指正。

作 者

2002 年 6 月

目 录

第一章 “数字地球”概念与组成	1
§ 1.1 “数字地球”的基本概念	1
1.1.1 “数字地球”概念的形成背景	1
1.1.2 “数字地球”概念的涵义	3
1.1.3 “数字地球”概念的影响	5
§ 1.2 “数字地球”的主要组成	7
1.2.1 数据系统	7
1.2.2 软硬件系统	9
1.2.3 应用模型	10
§ 1.3 “数字地球”的主要特点	11
1.3.1 “数字地球”的基本特点	11
1.3.2 “数字地球”的学科特点	12
1.3.3 “数字地球”的技术特点	13
1.3.4 “数字地球”的应用特点	15
参考文献	15
第二章 数字地球信息的描述与表达	17
§ 2.1 地表特征的认知与抽象	17
2.1.1 地表特征的认知与抽象	17
2.1.2 地表特征的认知与抽象模型	25
§ 2.2 基于要素的空间关系描述与表达	27
2.2.1 拓扑空间关系	28
2.2.2 方位空间关系	32
2.2.3 度量空间关系	35
§ 2.3 数字地球信息的二维描述与表达	35
2.3.1 概述	35
2.3.2 基于栅格的描述与表达	35
2.3.3 基于矢量的描述与表达	38

2.3.4 矢栅一体化的描述与表达	41
§ 2.4 数字地球的三维描述与表达	42
2.4.1 概述	42
2.4.2 基于面的三维几何表示	44
2.4.3 基于体的三维几何表示	47
2.4.4 混合数据结构概述	52
2.4.5 空间数据表达方式的对比与评价	55
参考文献	58
第三章 数字地球的相关理论与技术	60
§ 3.1 对地观测技术	61
3.1.1 遥感技术的基本概念	62
3.1.2 遥感数据的分析处理	63
3.1.3 遥感信息的地学应用	68
§ 3.2 全球定位系统	72
3.2.1 全球定位系统的基本组件	72
3.2.2 全球定位系统的工作原理	74
3.2.3 全球定位系统的定位方法	75
3.2.4 全球定位系统的定位误差	77
§ 3.3 地理信息系统技术	79
3.3.1 地理信息系统的主要类型	79
3.3.2 地理信息系统的系统构成	80
3.3.3 地理信息系统的功能概述	82
3.3.4 分布式地理信息系统	83
§ 3.4 宽带网与虚拟现实技术	87
3.4.1 宽带网络的基本概念	87
3.4.2 虚拟现实技术	88
参考文献	90
第四章 数字地球信息的获取与采集	91
§ 4.1 地图数字化	92
4.1.1 地图数字化方式	92
4.1.2 数据分层	97
4.1.3 地图定向坐标变换	97
4.1.4 地图自动接边	100

4.1.5 地图数字化数据质量	101
4.1.6 地图自动矢量化——地图信息识别与提取技术	103
§ 4.2 实地信息获取	104
4.2.1 常规测量	104
4.2.2 数字测量	105
4.2.3 GPS 数据采集	106
§ 4.3 摄影测量信息获取	108
4.3.1 解析摄影测量	108
4.3.2 数字摄影测量	109
§ 4.4 遥感信息获取	113
4.4.1 多源传感器及遥感分辨率	113
4.4.2 多光谱遥感及信息获取	116
4.4.3 微波遥感及其信息获取	118
4.4.4 高光谱遥感及其信息获取	121
4.4.5 多源信息复合	122
参考文献	124
第五章 地球信息的存储与组织管理	126
§ 5.1 地球信息的类型与特征	126
5.1.1 地球信息的类型	126
5.1.2 地球信息的特征	128
§ 5.2 地球信息的存储方式	130
5.2.1 文件系统	130
5.2.2 数据库系统	132
5.2.3 地球信息的存储	137
§ 5.3 地球信息的组织管理	139
5.3.1 多尺度与多要素	139
5.3.2 分块组织管理	140
5.3.3 无缝组织管理	143
5.3.4 分布式组织管理	152
参考文献	156
第六章 数字地球信息的传输与共享	157
§ 6.1 共享数据的标准化和规范化	158
6.1.1 意义和作用	158

6.1.2 标准化与规范化	160
§ 6.2 分布式对象与数据仓库	166
6.2.1 地球信息的分布式特征	166
6.2.2 分布式对象技术的应用	167
6.2.3 空间数据仓库	172
§ 6.3 网络化条件与信息传输	175
6.3.1 “数字地球”中的 Internet	175
6.3.2 “数字地球”与 NII	177
6.3.3 互联网 GIS 技术	179
6.3.4 “数字地球”的信息传输技术	180
§ 6.4 信息资源的共享与互操作	186
6.4.1 地理数据共享的解决方案	186
6.4.2 OGC 与地理数据互操作	191
参考文献	200
第七章 地球信息的虚拟再现	202
§ 7.1 虚拟现实简介	202
7.1.1 虚拟现实的基本概念	202
7.1.2 虚拟现实的分类	203
7.1.3 虚拟现实的关键技术	205
7.1.4 虚拟现实系统的构成	209
7.1.5 虚拟现实开发工具	214
7.1.6 虚拟现实的意义	217
§ 7.2 地貌的三维再现	217
7.2.1 历史上的地貌描绘方法	218
7.2.2 三维数字地形模型的构建	219
7.2.3 地形模型的外观仿真方法	221
§ 7.3 特殊地物的三维造型	224
7.3.1 树木造型	224
7.3.2 火焰与云雾的造型	225
7.3.3 建筑物的造型	226
§ 7.4 地理专题信息与地理过程的可视化	226
7.4.1 概述	226
7.4.2 视觉化变量	227

7.4.3 地理专题信息的可视化	229
7.4.4 地理过程的可视化	229
§ 7.5 系统集成与人机交互	230
7.5.1 系统集成	230
7.5.2 计算机三维显示的基本原理	231
7.5.3 人机交互技术	232
参考文献	235
第八章 数字地球信息的分析与建模	237
§ 8.1 空间特征的度量	238
8.1.1 对象的度量	238
8.1.2 点群的度量	240
8.1.3 表面的度量	243
8.1.4 类型栅格的度量	244
8.1.5 连养栅格的度量	246
8.1.6 网络的度量	247
8.1.7 分形度量	248
§ 8.2 空间分析	249
8.2.1 对象的空间分析	250
8.2.2 点群的空间分析	251
8.2.3 地形表面的空间分析	253
8.2.4 网络空间分析	255
8.2.5 栅格的空间分析	256
§ 8.3 空间模型与模拟	257
8.3.1 空间模型的概念	257
8.3.2 地理遥感模型	258
8.3.3 两类地理模型	259
8.3.4 模拟的类型	260
参考文献	262
第九章 “数字地球”的创建与应用	264
§ 9.1 “数字地球”的创建策略	264
9.1.1 国际合作——“数字地球”创建的必由之路	264
9.1.2 中国“数字地球”建设方针	265
§ 9.2 “数字地球”的应用意义	266

9.2.1 战略意义	266
9.2.2 科学意义	267
9.2.3 社会意义	268
§ 9.3 “数字地球”应用示范	269
9.3.1 数字城市	269
9.3.2 全球变化研究	280
§ 9.4 “数字地球”应用前景	284
参考文献	287

第一章

“数字地球”概念与组成

“数字地球”是可以嵌入海量数据的多分辨率和三维的地球表示,它以国家信息基础设施(NII)为基础、以国家空间数据基础设施(NSDI)为依托,在指导虚拟外交、打击犯罪活动、适居型社区建设、增加农业生产、保护生物多样性、灾害快速反应等领域有着广泛的应用。本章详细阐述了数字地球产生的政治、经济、社会和科学背景,说明了数字地球的基本内涵以及“数字地球”概念的提出对国际、社会与我国的影响。在此基础上,本章说明了数字地球的主要组成。数字地球主要由数据系统、软硬件系统 and 应用模型组成。其中数据系统是数字地球的基础,而软硬件系统是数据与应用模型间的联系纽带,应用模型是数字地球的最终目标。最后,本章从学科、技术、应用的角度阐述了数字地球的特点。数字地球是地球科学、空间技术、信息技术与网络通讯技术发展一定阶段的产物,具有空间性、数字性和整体性的特点。

§ 1.1 “数字地球”的基本概念

1.1.1 “数字地球”概念的形成背景

“数字地球”概念的形成是一个长期的、渐进的过程。考察美国近几年来信息化建设的过程,可以看到“数字地球”是其信息高速公路和国家空间数据基础设施(National Spatial Data Infrastructure,简称 NSDI)计划的自然延伸。1993 年 2 月美国总统克林顿签署命令,建设全美的信息高速公路,即国家信息基础设施(National Information Infrastructure,简称 NII)。在信息高速公路上,人们除了使用人口、农业、工业、第三产业等社会经济调查统计数据外,往往还要使用地形、地貌、行政界限、土地、气候等地理空间数据。与前者相比,这些空间数据具有经纬度坐标、数据量巨大、数据结构复杂、采集与更新困难等特点,是制约信息化建设的瓶颈问题。为此,克林顿总统于 1994 年 4 月签署了旨在“建立国家空间数据基础设施”的 12906 号总统令,要求美国测绘部门和有关机构生产和提供地球空间数据框架。经过近 4 年的发展,到 1998 年美国的信息高速公路和国家空间数据基础设施已初见端倪。为了将信息技术进一步

推向深入,1998年1月31日,美国副总统阿尔·戈尔在美国加利福尼亚科学中心发表了题为“数字地球——认识21世纪我们这颗星球”的演讲,首次公开提出了“数字地球”的概念。戈尔以一个有科学家背景的政治家身份代表美国政府提出“数字地球”的概念,并非偶然,而有着其深刻的政治、经济、社会和科学背景。

1. 政治背景

冷战结束后,由美苏两个超级大国在政治、军事上的全面对峙逐渐向多极化发展,各国由军事上的竞争转向经济和综合国力的竞争,能源、环境等问题成为世界政治和外交斗争的焦点。经济竞争的基础是科技实力的竞争,美国政府为了巩固其世界霸主的地位,在坚持奉行其一贯的全球战略的同时,投入巨额经费,网罗全球人才致力于军事、科技的研究与开发,在世界高科技领域内独拔头筹。从“星球大战”到“信息高速公路”直到提出“数字地球”,都是服务于美国国家战略目标的综合性重大计划,“数字地球”更是美国政府为其政治和经济持续发展而推出的“一个国家级的、吸引力很强的、具有挑战性的目标”,是其全球战略的延续和发展。“数字地球”的发展将进一步增强美国对全球事务的快速反应能力和对国际热点问题的发言权。

2. 经济背景

当今世界,市场经济在全球经济发展中逐步占据主导地位,经济全球化趋势已不可逆转。人类社会正在向信息时代迈进,不少发达国家已从工业化国家进入信息化国家,作为人类社会进步标志的最新经济形态——知识经济已初见端倪。知识经济的根本特点是摆脱或大大减轻了对自然资源的依赖性,以人为本,依托信息资源推动社会经济发展,信息技术和信息产业是知识经济中的主要生产力。20世纪70年代以来,信息技术几乎渗透到所有的工业和服务业,信息作为一种重要的经济资源,越来越受到重视;信息资源的利用促进了产业结构的重组,加速了资金和技术流动,使得商业竞争趋于国际化。随着全球信息化步伐越来越快,美国政府期望通过“数字地球”继续把持信息技术和信息产业的制高点,带动其经济发展。

3. 社会背景

每个国家的社会发展和经济持续增长必然对信息资源有空前巨大的需求,而与空间位置有关的地理信息约占信息总量的75%~80%。这类信息必须有更高的标准(三维、实时、可视化等),才能满足人类的需求。“数字地球”的出现,可望从根本上满足这种巨大的信息需求,并解决信息化社会所面临的海量数据闲置与信息饥渴同时存在的矛盾。在人类共同面临资源短缺、环境污染、人口爆炸与灾害频发的挑战以

及全球经济一体化发展趋势的今天,共建、共享一个全球性的地理信息系统,存储人类赖以生存的地球的昨天、今天和明天的重要信息,以保障“地球村”的可持续发展,推动全球信息化的进程,改变将来人类的生活、工作乃至思维方式,乃是人们的共同愿望。

4. 科学背景

地学空间信息科学的日趋成熟和 IT 技术的突飞猛进,为“数字地球”概念的产生创造了科学背景。美国在实现了信息高速公路(NII)和国家空间数据基础设施(NS-DI)两个计划之后已完成了通向“数字地球”的必要技术准备。美国在与数字地球直接相关的技术领域,如空间对地观测技术、计算机技术、网络技术、通讯技术、遥感技术、地理信息系统、全球定位系统、地学数字技术等方面都发展得很快,居世界领先水平。信息高速公路既然已经铺就,必须解决信息源的问题,提出“数字地球”正是为了解决信息高速公路上的“车”和“货”的问题。由美国首先提出的“数字地球”是美国空间技术、信息技术、网络通信技术及其应用发展到一定阶段的产物,是美国基本解决了因特网传输、数据管理标准化、规范化,并在网络带宽、存储、管理等关键技术开发方面取得一系列重大突破后的新一轮发展计划,美国政府希望以此来保持其科学技术(尤其是高新技术)的世界领先地位。

1.1.2 “数字地球”概念的涵义

1. 学术定义

什么是“数字地球”?迄今为止,包括首倡者,对数字地球均未给出严格的科学定义。但关于“数字地球”的概念及其内涵,已有若干种大同小异的认识和表述。

美国副总统戈尔认为“数字地球”,即一种可以嵌入海量地理数据的多分辨率和三维的地球表示,可以在其上添加许多与我们所处的星球有关的数据。在 1998 年 6 月 23~24 日,美国宇航局和地质调查局等 15 个单位 45 人参加的美国第一次“数字地球”研讨会上,对于“数字地球”提出了一个非正式,但是阶段性的定义:“‘数字地球’是对我们星球的虚拟表达,它能使人们体验和利用收集到的与地球有关的自然、文化和历史数据。‘数字地球’包括数据界面和标准,这些数据界面和标准,使得用户可根据不同兴趣,通过遥感、摄影测量、人口学、医学和其他渠道来获取基于地球的数据。”

根据戈尔的粗略设想,许多学者做了不同的解释或进一步扩充。郭华东研究员通俗地将“数字地球”解释为就是把地球搬进实验室里、搬进计算机中。杨崇俊研究

员定义“数字地球”是对真实地球及其相关现象的统一性的数字化重现和认识,包括构成体系的数字形式的所有空间数据和与此相关的所有的文本数据,及其涉及到的把数据转换成可理解的信息并可方便地获得它的一切相应的理论和技术。童庆禧院士则从其功能和作用的角度提出:“‘数字地球’是一个以地球空间信息为基础(框架),嵌入(融合)地球各种数字信息的一个系统平台,将数据的采集、存储、处理、传输、通信等一体化,通过地球数字的信息化手段,最大限度地利用地球信息,处理和分析整体的地球科学问题,为全球资源、环境保护与利用以至教育提供的先进工具。”李德仁院士指出:“‘数字地球’是一个以信息高速公路为基础,以空间数据基础设施为依托而更加广泛的概念。”也有专家指出“数字地球”并非是科学术语,而应视为与美国政府提出的“星球大战”计划类似的一个名称、一种叫法。李树楷先生认为“数字地球”是一个具有名人效应的包含军事、经济、科技等内涵的综合战略性名词。陈述彭先生提出:与地球信息科学、地理信息科学、Geomatics 等一系列学科概念以及遥感、GPS、因特网等技术名词相比,数字地球更像是一项技术政策,在一定程度上涵盖了上述的领域,更加通俗易懂,是一个面向社会的号召,实质地说,数字地球就是要求地球上的信息全部实现数字化。这种百家争言的差异是十分自然的,这是因为数字地球还不是既成的事实,而是一种设想。但大多数人认为,“数字地球”是一个不仅包括地球信息科学,同时涉及政治、经济、哲学、社会学等许多领域的开放的巨系统。

2. 基本内涵

“数字地球”的基本内涵可以归纳为以下几个方面:

(1) “数字地球”是对地球的认识程度,是对真实地球的数字化的、三维显示的虚拟地球,或指信息化的地球,是为全人类实现信息的共享而建立存在的一个人类信息生活空间。

(2) “数字地球”从数字化、数据构模、系统仿真、决策支持一直到虚拟现实,是一个开放的复杂的动态信息巨系统,是一个全球综合信息的数据系统工程。

(3) “数字地球”是涉及国家发展的重大战略问题,实施数字地球计划,需要有政府、企业和学术界的共同协力参加以及全社会的关心和支持。

(4) “数字地球”是一次新的技术革命,它将改变人类的生产和生活方式,进一步促进科学技术的发展和推动社会经济的进步。

(5) “数字地球”是一种全球战略思想,它的核心是指用全盘数字化的信息获取、存储、传输与处理技术,去控制和操纵全球性的事务。

(6) “数字地球”是一座海量信息库,世界上最大的地球图书馆,它是一个和地球有关的、庞大的数据系统。人们通过它可以更清楚地认识、了解我们生存的世界,有

利于人地关系的进一步协调。

(7) “数字地球”是从 20 世纪 90 年代以来,全球对地观测系统、卫星通讯系统与全球因特网等高新技术基础之上的信息集成系统工程统称。

(8) “数字地球”是一个地球信息模型。它首先是一个地球表层信息模型,通过把航空、航天的遥感信息与地球化学、地球物理以及传统的地理、地质资料在 GIS 下的整合,特别是对探地雷达、地震数据和海洋声纳信息与遥感电磁波信息集成分析,并结合专家系统,建成地学模型。

1.1.3 “数字地球”概念的影响

1. 国际影响

“数字地球”概念一经提出,立刻在国际上引起了强烈反响,加拿大、澳大利亚、新西兰、日本、印度等许多国家都纷纷开始制定自己的应对策略,发展“数字地球”已经成为国家的目标和行为。随着知识经济时代的到来,“数字地球”计划的实施,全球系统将面临一次新的国际分工。它为蓬勃发展的全球化知识经济浪潮提供了空前的机遇,使世界各国经济发展的相互依存关系与日俱增。对于发展中的国家来说,这也许是机遇,但更是挑战。它是一柄双刃剑,既可使东西方文明的距离继续缩短;也可使南北世界的差距继续扩大。一方面客观上它可以为人类提供一个颇具吸引力的技术系统;但另一方面更主要的是为了保持各国自己在科学技术方面,特别是在高新技术方面的领先地位。一些国家对“数字地球”这一概念的迅速的反应,与其说是为了在这方面开展积极的国际合作,不如说是试图抢占这一领域的“制高点”,从而在今后的竞争中立于不败之地。在和平时期,“储人才于民”、“储技术于民”,是现代化国防的一个有利的发展方向。至于“数字地球”所创造的巨大的市场,更是国际经济竞争中的“必争之地”。“数字地球”计划客观上对发展中国家构成了严峻的挑战:从“战略”上讲,不发展“数字地球”,则有可能在维护国家权益方面陷入被动;发展“数字地球”,则需要大量的技术力量和经费支持,乃至“倾举国之力”。从“战术”上讲,采用以引进为主的发展道路,将直接影响自主发展能力的形成和保持,并有可能威胁到科学技术的整体可持续发展;而以独立发展为主,则无法实现应有的发展速度。如何一方面抓住国际经济一体化所带来的历史性的机遇,另一方面在国家经济安全面临严峻挑战的情况下,在国际经济竞争中拥有更多的主动权,这是每一个国家在制订发展战略时都必须优先考虑的问题。“数字地球”在这方面具有无可比拟的优势,而忽视“数字地球”的机遇,将导致国家经济安全方面的全面的被动。发展中国家面对“数字地球”战略的挑战,必须要有超越自我的决心和信心。在坚持国内外市场开放的同时,要不断